动 物 学 研 究 2004, Apr. 25 (2): 96~104 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

宁夏蝗虫地理分布格局的聚类分析

许升全[1,2], 郑哲民[2], 李后魂[1]
(1. 南开大学 生物系, 天津 300071; 2. 陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 根据宁夏的自然环境和行政区划将宁夏分为22个分布区域。为方便聚类分析, 根据分布范围将宁夏蝗虫分为全布种 (22个区域有分布)、多布种 (2~21区域有分布) 和独布种 (只分布在1个区域) 3类。在以分布区域为特征做聚类分析的基础上, 把多布种分组并确定重叠的分布格局, 共分为14个组。各组蝗虫在宁夏的自然分布作为其分布格局。结果表明: 宁夏蝗虫的多布种多呈不连续分布; 分布格局与国内外基本相似; 贺兰山是宁夏蝗虫分布的热点。不连续的环境是造成宁夏蝗虫多布种不连续分布的主要原因。

关键词: 宁夏; 蝗虫; 动物地理; 分布格局; 聚类分析
中图分类号: Q969.265.1; Q958.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254-5853(2004)02-0096-09

Cluster Analysis on the Distribution Patterns of Grasshopper in Ningxia

XU Sheng-quan[1,2], ZHENG Zhe-min[2], LI Hou-hun[1]
(1. *Department of Biology, Nankai University, Tianjin* 300071, *China*;
2. *Life Science College, Shaanxi Normal University, Xi'an* 710062, *China*)

Abstract: Ningxia was divided into 22 area units based on the environment and regionalism. To facilitate the cluster analysis, the grasshopper species in Ningxia were divided into three groups. ①all-area-distributed species (distributed in all the 22 areas), ②more-area-distributed species (distributed in more than one area), ③one-area-distributed species (distributed only in one area). The more-area-distributed species were clustered based on distributions, and then grouped into 14 groups. The distributive areas of each grasshopper group were taken as their distribution pattern. The results show that: The distribution of more-area-distributed grasshopper species in Ningxia is in disconnected, the grasshopper species sharing the same distribution patterns in Ningxia have the similar distribution pattern in China, Helanshan is the hotspot of grasshopper distribution. The fragmented environment is the reason for the unconnected-distribution of more-area-distributed grasshopper species in Ningxia.

Key words: Ningxia; Grasshopper; Zoogeography; Distribution patterns; Cluster

宁夏回族自治区处于我国西北腹地, 总面积有66 400 km^2, 占全国总面积的0.69%。但蝗虫的种类有87种, 约为中国蝗虫种类总数的9%。这一比例显示了宁夏是一个蝗虫物种非常丰富的区域。这与黄土高原和荒漠、半荒漠地区物种贫乏 (Zhang, 1995, 1999) 的规律极不一致。这些蝗虫在宁夏如何分布? 以往的学者对其区系组成 (Zheng & Wan, 1992; Wang et al, 1991; Wang & Zhang, 1998; Wang et al, 2001)、与其他动物地理亚区物种的共有关系 (Zheng & Wan, 1992; Ren & Zhu, 1997) 以及宁夏的动物地理区划 (Zhang & Yu, 1995; Zhang et al, 1999; Qin, 1991; Ren & Zhu, 1997; Li & Ren, 1999) 做过研究。但没有涉及蝗虫的地理分布格局问题。

分布格局是生物地理学研究的一个基本内容。其目的在于揭示物种或高级分类单元的分布规律及影响因素。在动植物分布格局的研究方法中, 把动植物的分布信息直接标注在地图上进行分析是最简单有效的方法 (Zhang, 1995)。近年来, 随着在动物地理研究中对定量分析需求的增长, 先后出现了

收稿日期: 2003-07-29; 接受日期: 2003-11-01

栅格分析法（Zhang，1995；Zhang，2000）、聚类分析（Zhang，1995）和地理信息系统辅助分析等方法（Lei et al，2002；Zhou et al，2002）。聚类分析不仅可以用作动物地理区划的研究，同时也可依据分布情况对分类单元进行聚类以寻找重叠的分布格局（Guido & Gianelle，2001；Plotkin et al，2002）。

本文整理了宁夏蝗虫的分布数据，应用聚类分析方法进行分析，以展示丰富的蝗虫种类在宁夏的分布规律及其影响因素。

1 材料和方法

1.1 分布区域

本文所用的宁夏蝗虫分布资料主要来源于陕西师范大学动物研究所保存的"宁夏蝗虫标本采集记录"（采集时间为1960~1995年），以及《蝗虫分类学》（Zheng，1994）和《宁夏蝗虫》（Zheng & Wan，1992）。考虑到蝗虫的采集记录以往一般都是记录到县，以县为区域单位比较容易整理分布资料；同时宁夏绝大多数县境内的自然环境状况基本一致，我们选择了宁夏回族自治区的20个县市为分布区域单位。由于贺兰山和六盘山的生态和地理条件特殊，把这两个区域也列为所选的研究区域。因而共有22个分布区域（图1）。

1.2 物种分类

宁夏已经记录的蝗虫共有87种。在22个区域都有分布的种类和只在一个区域分布的种类在聚类分析的过程中信息含量较少，为了分析方便，我们按照分布范围将其分为以下3类：

全布种：在所有22个区域都有分布的种类。这一类只有3种：黄胫小车蝗（*Oedaleus infernalis* Saussure）、东亚飞蝗［*Locusta migratoria manilensis* (Mey.)］和中华蚱蜢（*Acrida cinerea* Thunberg）。

多布种：在以上22区域的两个或两个以上有分布的种类。这一类共有54种。其名称和分布如表1。有分布记为1，没有分布记为0。

独布种：只在22个区域中的1个区域有分布的种类。这一类共有30个种，有17个种为宁夏特有种，13为非特有种。其名称和分布见图1。

1.3 分析方法

对全布种主要根据其在国内外的分布，分析宁夏蝗虫全布种的区系来源。对多布种的分析首先将表1转换为物种的地理分布数据矩阵。然后以物种为分类单元，地理区域为性状进行聚类分析，以确定哪些物种具有相似的分布形式。在此基础上将多布种分组，然后把每个组的分布区域标注在地图上。把占有该组物种数一半和一半以上的区域作为主分布区，一半以下的区域为次分布区。从而得到该组的分布格局。结合该组各种蝗虫在国内外的分布，分析该组蝗虫的分布规律。聚类分析中距离系数采用Jaccard系数，聚类方法为类平均值法。分析采用Tang & Feng（2002）的DPS软件包。对独布种，首先分为宁夏特有种和非特有种两类。对特有种分析其分布规律；对非特有种则根据其分布区域分组，再分析各组在宁夏及国内外的分布格局。

2 结果与分析

2.1 宁夏蝗虫多布种的聚类分析结果

由表1数据聚类分析得到54种蝗虫的分布关系聚类图（图2）。经过反复优化后在距离系数为0.71处将宁夏蝗虫的多布种分为12个组。其中2、3组又分别分为a、b两个小组。由各组（或小组）的地理分布整理得到的分布格局见图3。

2.1.1 各组的物种组成及其在国内外的分布 第1组（图2-1，图3-1）：包括6种蝗虫。除红胫雏蝗为宁夏特有种外，其他5种具有共同的分布区——陕西北部、甘肃和宁夏。除这些共同的分布区外，笨蝗可以向东分布至东北和安徽，中华雏蝗向南分布至四川和贵州，夏氏雏蝗可以分布至青海的东部。李氏大足蝗可以向东北分布至河北和内蒙，向西南分布至青海和西藏。而日本鸣蝗则向东北分布至黑龙江。这一组基本的分布方向是从中国东北向西南的四川方向分布，宁夏是该分布区的西北边缘。

第2组（图2-2，图3：2a，2b）：包括2个小组。2a组的3种蝗虫都是西北分布的种类。2b组的5种蝗虫中除短额负蝗为全国分布外，其他4种都是从青海至东北这一方向分布的。

第3组（图2-3，图3：3a，3b）：包括3个小组，由于分布区域上3c和3b非常相似，故将3c并入3b组。3a组包括6种蝗虫，除六盘山蛛蝗为宁夏特有种外，其他的5种都是中国古北界4个区广泛分布的种类，同时都可以分布至欧洲的东部、蒙古国以及韩国和日本。3b组也包括6个种。其中白纹雏蝗和小垫尖翅蝗分布在陕西、甘肃、宁夏和青海东部。其他4种为从甘肃和青海的东部向东

表 1 宁夏蝗虫多布种的地理分布

Table 1 Distributions of more-area-distributed grasshopper species in Ningxia

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
笨蝗 *Haplotropis brunneriana*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
短翅短鼻蝗 *Filchnerella brachyptera* *	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
裴氏短鼻蝗 *F. beicki*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
红缘疙蝗 *Pseudotmethis rubimargonis*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
贺兰疙蝗 *P. salashanicus*	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
贺兰突颜蝗 *Eotmethis holanensis* *	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
突鼻蝗 *Rhinotmehtis hummeli*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
短额负蝗 *Atractomorpha sinensis*	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
红翅瘤蝗 *Dericorys annulata roseipennis*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小稻蝗 *Oxya intricate*	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
无齿稻蝗 *O. adentata*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
短星翅蝗 *Calliptamus abbreviatus*	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
黑腿星翅蝗 *C. barbarus*	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
隆额网翅蝗 *Arcyptera coreana*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
蒙古蚍蝗 *Eremippus mongolicus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
黑翅雏蝗 *Chorthippus aethalinus*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
中华雏蝗 *C. chinensis*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
红胫雏蝗 *C. rufitibis* *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
青藏雏蝗 *C. qingzangensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
华北雏蝗 *C. brunneus huabeuensis*	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
异色雏蝗 *C. biguttulus*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
夏氏雏蝗 *C. hsiai*	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
白纹雏蝗 *C. albonemus*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
狭翅雏蝗 *C. dubius*	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
东方雏蝗 *C. intermedius*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
小翅雏蝗 *C. fallax*	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
邱氏异爪蝗 *Euchorthippus cheui*	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永宁异爪蝗 *E. yungningensis*	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
条纹异爪蝗 *E. vittatus*	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
素色异爪蝗 *E. unicolor*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
亚洲小车蝗 *Oedaleus decorus asiaticus*	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
红翅皱膝蝗 *Angaracris rhodopa*	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
黄胫异痂蝗 *Bryodemella holdereri*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
轮纹异痂蝗 *B. tuberculatum dilutum*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
科氏痂蝗 *B. kozlovi* *	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
黑翅痂蝗 *B. nigroptera* *	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
花胫绿纹蝗 *Aiolopus thalassinus*	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大垫尖翅蝗 *Epacromius coerulipes*	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
小垫尖翅蝗 *E. acromius tergestinus*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0

（续下表）

（接上表）

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
赤翅蝗 *Celes skalozubovi*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蒙古束颈蝗 *Sphingonotus mongolicus*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
宁夏束颈蝗 *S. ningsianus*	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
岩石束颈蝗 *S. nebulosus*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
细距蝗 *Leptopternis gracilis*	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大胫刺蝗 *Compsorhipis davidiana*	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
疣蝗 *Trilophidia annulata*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
李氏大足蝗 *Gomphocerus licenti*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
毛足棒角蝗 *Dasyhippus barbipes*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
宽须蚁蝗 *Myrmeleotettix palpalis*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
六盘山蛛蝗 *Aeropedellus liupanshanensis* *	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
贺兰山蛛蝗 *A. helanshanensis* *	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
榆中直背蝗 *Euthystira yuzhongensis*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
日本鸣蝗 *Mongolotettix japonicus*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
科氏蚱蜢 *Acrida kozlovi*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. 贺兰山（Helanshan）；2. 六盘山（Liupanshan）；3. 银川（Yinchuan）；4. 永宁（Yongning）；5. 贺兰（Helan）；6. 平罗（Pingluo）；7. 惠农（Huinong）；8. 石嘴山（Shizuishan）；9. 陶乐（Taole）；10. 青铜峡（Qingtongxia）；11. 吴忠（Wuzhong）；12. 灵武（Lingwu）；13. 中卫（Zhongwei）；14. 中宁（Zhongning）；15. 盐池（Yanchi）；16. 同心（Tongxin）；17. 海原（Haiyuan）；18. 固原（Guyuan）；19. 西吉（Xiji）；20. 隆德（Longde）；21. 泾源（Jingyuan）；22. 彭阳（Pengyang）。

* 宁夏特有种（Endemic species in Ningxia）。

北分布的种类。

第 4 组（图 2－4，图 3－4）：只有 2 种。突鼻蝗分布于内蒙、陕西北部和宁夏，短星翅蝗是中国东部广泛分布的种类。

第 5 组（图 2－5，图 3－5）：共有 5 种蝗虫。宁夏束颈蝗分布于宁夏和邻近的甘肃、内蒙和新疆，其他 4 种都是宁夏的特有种。

第 6 组（图 2－6，图 3－6）：共有 4 种蝗虫。贺兰山蛛蝗为宁夏贺兰山的特有种类。其他 3 种共同分布于宁夏、甘肃和新疆。其中黄胫异痂蝗也分布在青海东部和东北。

第 7 组（图 2－7，图 3－7）：共有 6 种蝗虫。红缘疙蝗、永宁异爪蝗、邱氏异爪蝗和科氏蚱蜢的分布以宁夏北部为中心向周围小范围（内蒙、甘肃和陕西的北部）辐射，其他 2 种是中国东北、华北和华中的多布种。宁夏北部周围是该组分布区的西北边缘。

第 8 组（图 2－8，图 3－8）：有 2 个种。以内蒙、宁夏和甘肃及陕西的北部为分布中心，但毛足棒角蝗在黑龙江也有分布。

第 9 组（图 2－9，图 3－9）：有 3 个种。3 种都是中国西北、华北和东北的多布种。

第 10 组（图 2－10，图 3－10）：有 2 个种。小稻蝗分布于中国的东部和南部。宁夏是其分布的北限。条纹异爪蝗分布在黄土高原地区（陕西、山西、甘肃、河北及宁夏）。

第 11 组（图 2－11，图 3－11）：有 3 个种。岩石束颈蝗和榆中直背蝗分布在宁夏和甘肃的东部，而隆额网翅蝗则分布在东北、华北和华中地区。宁夏是该组分布区的西北边缘。

第 12 组（图 2－12，图 3－12）：只有 1 个种——蒙古束颈蝗。该种分布在中国的东北和华北地区，宁夏是其分布的西北边缘。

以上分组是根据多布种在宁夏的分布进行聚类分析得到的，因此各组内的种类在宁夏的自然分布是基本相似的。从各组蝗虫在国内外的分布来看，组内的分布规律是基本一致的。对各组分布情况进行综合后，发现宁夏蝗虫的多布种在国内外有以下 6 种分布格局：①东北—西南（青海、四川）方向分布；②古北界广泛分布；③以宁夏、甘肃、新疆为主的西北分布；④内蒙、陕西北部、宁夏和甘肃东部分布；⑤宁夏特有分布；⑥中国东部和南部广泛分布。除宁夏特有分布格局外，在其他 5 种分布格局中宁夏都是处于分布区域的边缘地带。

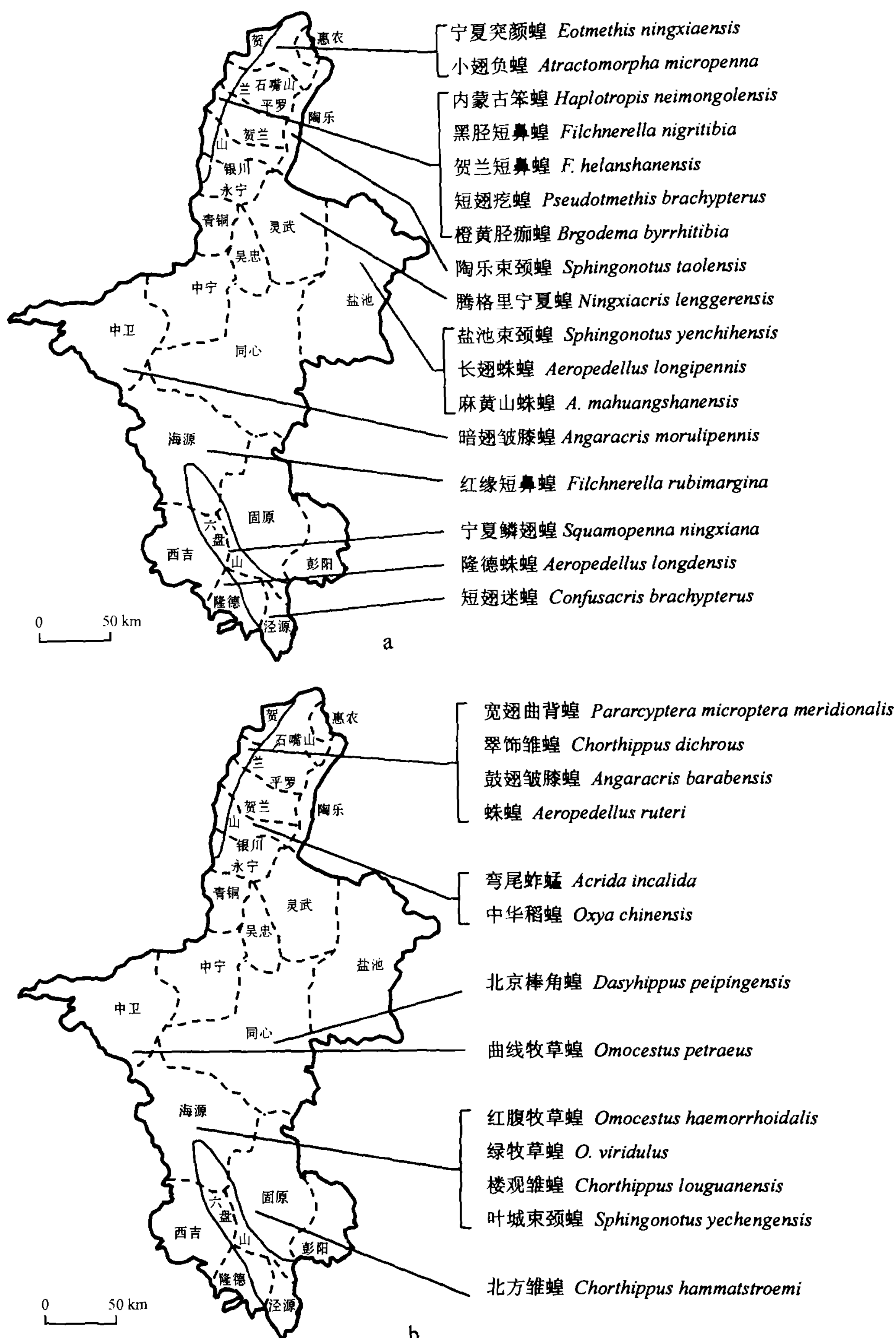


图1 宁夏蝗虫独布种的分布

Fig.1 Distribution of one-area-distributed grasshopper species in Ningxia

a：特有种（Endemic species）；b：非特有种（Nonendemic species）.

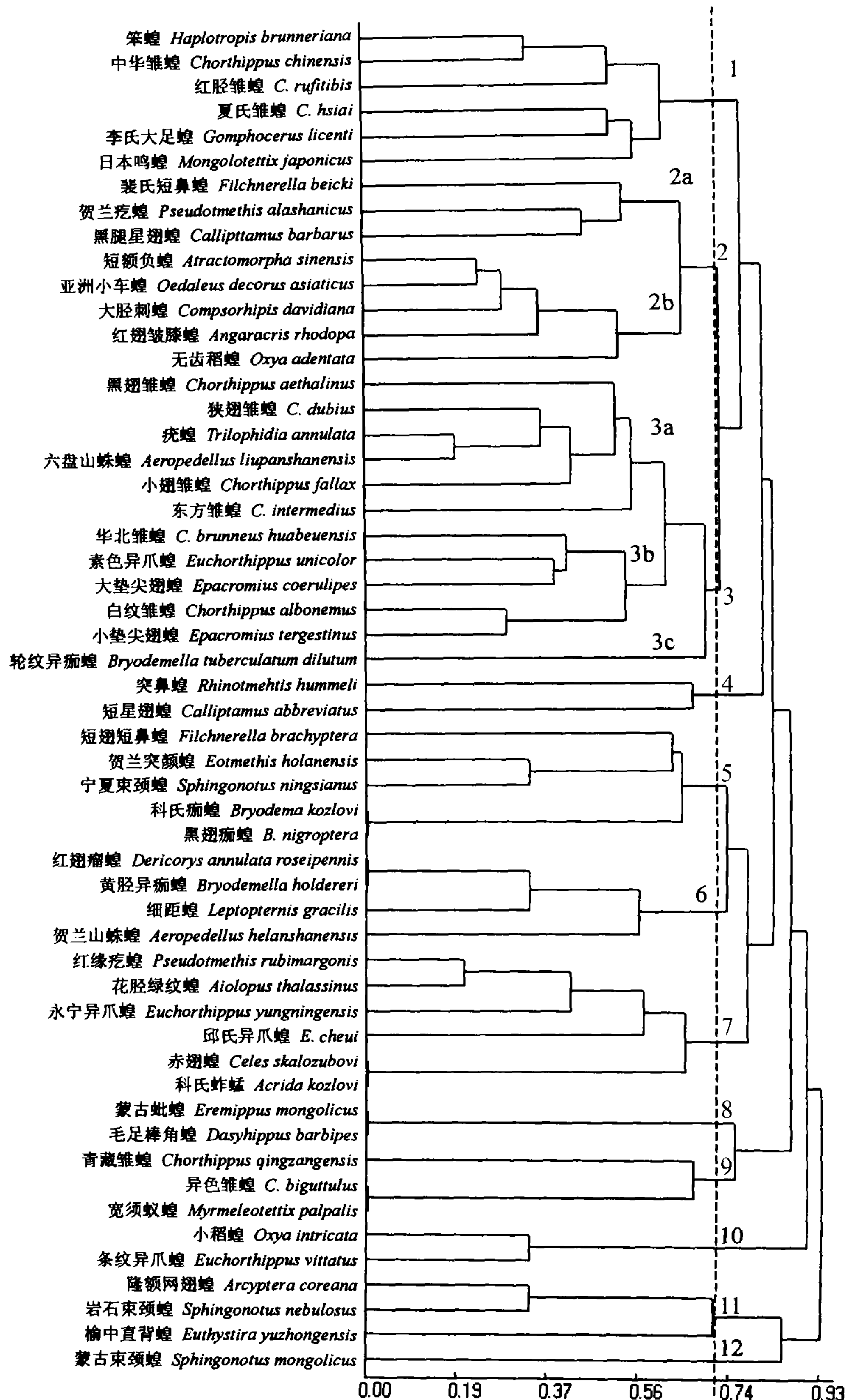


图 2　宁夏蝗虫多布种分布关系聚类图

Fig.2　Dendrogram of more-area-distributed grasshopper species in Ningxia based on distributions

虚线表示分组所选距离系数处，1～12、2a，2b，3a，3b，3c 表示分组情况。

The dashed shows the distance index where the grouping is done，1－12，2a，2b，3a，3b，and 3c are the names of groups.

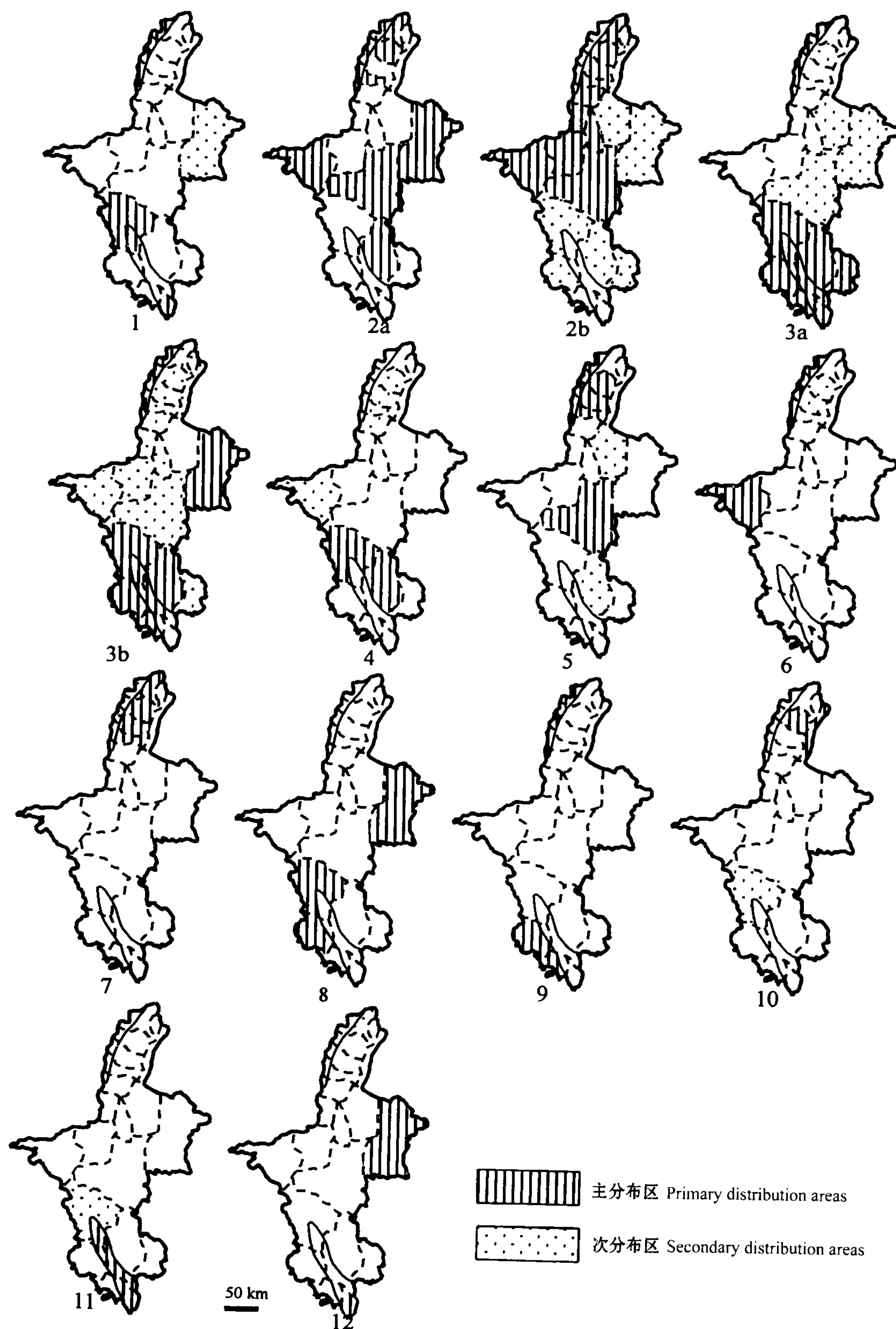


图3 宁夏蝗虫多布种的分布格局

Fig.3 Distribution patterns of more-area-distributed grasshopper species in Ningxia

1~12，2a，2b，3a，3b为分布格局的序号

1-12，2a，2b，3a，and 3b are the numbers of distribution patterns.

2.1.2 分布格局 从图3可以看出，宁夏蝗虫多布种共有14种分布格局。大多数分布格局呈不连续分布状态（图3：1，2a，3a，4，6，8，9，10，12)。这些分布格局不仅包括物种数较多的格局，而且包含只有一种或两种蝗虫的格局（图3-4，8，10，12)。3b和5虽然是连续分布，但其主分布区分别都分为几块，通过次分布区连接起来。只有2b和11是真正的连续分布，但11的分布范围非常小，2b的主分布区是沿黄河的银川平原，其环境是连续的农业耕作区。

2.2 全布种在国内的分布

宁夏蝗虫的3个全布种都是适应环境能力非常强的种类，广泛分布在中国的东部和南部。宁夏周围是其分布区域的西北边缘。

2.3 独布种的分布

在30个独布种中有17种是宁夏特有种，13种是非特有种。特有种有3个分布中心（图1a)：贺兰山及邻近地区（7个种)，数量最多；鄂尔多斯台地（5种)；六盘山及附近区域（5种)。非特有种集中分布在3个区域（图1b)：贺兰山（4种)；银川（2种)；六盘山以北的黄土高原地区(7种)。这些非特有种在宁夏以外的地区分布有3种格局：①以新疆和内蒙古为主的蒙新区，共有6种（翠饰雏蝗、蛛蝗、曲线牧草蝗、绿牧草蝗、红牧草蝗和叶城束颈蝗)；②华北区和东北区，共有5种（宽翅曲背蝗、鼓翅皱膝蝗、弯尾蚱蜢、北京棒角蝗和北方雏蝗)；③东洋界，种类较少（只有中华稻蝗和楼观雏蝗)。在这3种分布格局中，宁夏都位于分布区域的边缘地带。即蒙新区的东部边缘，东北-西南分布带的中部向西北方向突起的一个边缘，东洋界向北的一个不连续分布区。

3 讨论

3.1 不连续的环境是宁夏蝗虫多布种不连续分布的主要原因

宁夏的面积虽然只有66 400 km^2，但内部环境非常复杂。自然地貌大体可分为山地、黄土高原、丘陵、鄂尔多斯台地、洪积冲积平原等。地势南高北低，大体呈阶梯状下降：南部六盘山地海拔2 500~2 942 m，北部平原1 100~1 300 m。但西北贺兰山地则骤然抬升，其主峰海拔3 556 m。又有黄河干流自西侧中部向北穿行于中北部。自然环境具有显著的过渡性、复杂性和不均衡性。天然植被以温带干草原和荒漠草原为主体，自南向北可分为六盘山森林草原、黄土丘陵干草原、中北部荒漠草原和西北边缘荒漠四大植被带（Ren，1991)。受唐宋以来农业和畜牧业土地利用模式的影响，这一地区处于我国北方的农牧交错区，农田、牧区和少量的林区交错分布，环境片断化严重（Yang et al，2002)。作者推测由于不同蝗虫种群分布需要的连续环境面积不大，片断化的小环境就能维持其种群的生存，因而造成了宁夏蝗虫分布格局的不连续性。

3.2 蝗虫在宁夏与国内外的分布格局基本相似

蝗虫在宁夏与国内外分布格局的一致性表现在3个方面：①宁夏的3个全布种在中国境内都是广泛分布的种类；②宁夏多布种的14种分布格局中，每个分布格局的种类在国内外都有相似的分布格局；③宁夏独布种中的非特有种在宁夏以外的分布也有3种分布格局（以新疆和内蒙古为主的蒙新区、华北区和东北区、东洋界)。这种相似性可能与宁夏特殊的地理位置有关：从动物地理区域来看，宁夏处于华北区和蒙新区的交界，同时距离青藏区和东洋界的华中区也比较近；从自然环境来看，宁夏处于中国东部季风区、西部干旱区及青藏高原区的交汇地带。宁夏的动物区系由华北区、蒙新区、青藏区和华中区区系成分共同构成，而蝗虫区系是这些区系成分的一个缩影，又与这些区系密切相关。在这些区域广泛分布的种类，在宁夏也广泛分布；局部分布的种类，在宁夏也只是在相关区域有分布。

3.3 贺兰山是宁夏蝗虫分布的一个热点

在贺兰山分布的蝗虫有47种，在宁夏87种蝗虫中占54%。从多布种的14种分布格局来看，有8种分布格局（图3：1，2a，2b，3a，3b，5，6，9）都是以贺兰山为主分布区。在独布种中有7个特有种（41%）分布在这一地区，非特有种中有4个（31%）分布在这一区域。贺兰山不仅分布的蝗虫种类多，而且和其他区域共有的种类丰富，因此我们可以把这一区域认定是宁夏蝗虫分布的一个热点，具备生物多样性和保护生物学热点的研究条件和要求，适宜作为研究的热点区域。

参考文献：

GuidoM, Gianelle D. 2001. Distribution patterns of four *Orthoptera species* in relation to microhabitat heterogeneity in an ecotonal area [J]. *Acta Oecologica*, **22** (3): 175-185.

Lei FM, Lu JL, Liu Y, Qu YH, Yin ZH. 2002. Endemic bird species to China and their distribution [J]. *Acta Zoologica Sinica*, **48** (5): 599-610. [雷富民，卢建利，刘 耀，屈延华，尹祚华. 2002. 中国鸟类特有种及其分布格局. 动物学报, **48** (5): 599-610.]

Li J, Ren GD. 1999. Analysis of Ningxia grassland insect fauna and characteristics of its ecological and geographical distribution [J]. *Journal of Hebei University* (*Natural Science Edition*), **19** (4): 410-415. [李 剑，任国栋. 1999. 宁夏草原昆虫区系分析及生态地理分布特点. 河北大学学报（自然科学版）, **19** (4): 410-415.]

Plotkin JB, Chave J, Ashton PS. 2002. Cluster analysis of spatial patterns in Malaysian tree species [J]. *The American Naturalist*, **160** (5): 629-644.

Qin CY. 1991. On the faunaistics and regionalization of glires in Ningxia Autonomous Region, China [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **11** (2): 143-151. [秦长育. 1991. 宁夏啮齿动物区系及动物地理区划. 兽类学报, **11** (2): 143-151.]

Ren GD, Zhu XM. 1997. Fauna composition and distribution characters of *Darklin beetles* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Ningxia Autonomous Region [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 6 (2): 76-81. [任国栋，朱晓梅. 1997. 宁夏拟步甲的区系组成和分布特征. 西北农业学报, **6** (2): 76-81.]

Ren GX. 1991. Geography of Ningxia Autonomous Region [M]. Yinchuan: Ningxia People's Press. 1-346. [任国柑. 1991. 宁夏回族自治区地理. 银川：宁夏人民出版社. 1-346.]

Tang QY, Feng MG. 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics [M]. Beijing: Science Press. 1-648. [唐启义，冯明光. 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京：科学出版社. 1-648.]

Wang JG, Zhang JX. 1998. Studies on the Tabanidae and structure analysis of geographic strains in Ningxia [J]. *Chin. J. Vector Bio. & Control.*, **9** (2): 106-109. [王建国，张家驯. 1998. 宁夏虻科研究与区系结构分析. 中国媒介生物学及控制杂志, **9** (2): 106-109.]

Wang JG, Zhang JX, Wang L. 2001. Studies on the flies and structure analysis of geographic strains in Ningxia [J]. *Chin. J. Vector Bio. & Control.*, **12** (4): 159-167. [王建国，张家训，王磊. 2001. 宁夏蝇类研究与区系结构分析. 中国媒介生物学及控制杂志, **12** (4): 159-167.]

Wang XM, Ren GD, Liu RG. 1991. Insect Catalogue of Ningxia [M]. Xi'an: Publish House of Shaanxi Normal University. 157-174. [王希蒙，任国栋，刘荣光. 1991. 宁夏昆虫名录. 西安：陕西师范大学出版社. 157-174.]

Yang GS, Dong GR, Zhao XL, Qu YG, Li DL, Wu GH. 2002. Large scale reclamation inadvisable to agricultural and pasturing interlaced zone in Gansu, Ningxia, Inner Mongolia and Shaanxi [J]. *Journal of Desert Research*, **22** (5): 409-415. [杨根生，董光荣，赵兴梁，曲耀光，李栋梁，伍光和. 2002. 甘宁蒙陕农牧交错区不宜大规模开发. 中国沙漠, **22** (5): 409-415.]

Zhang ML. 2000. Studies on the distribution pattern of the subgenus *Pogonophace* (Fabaceae: Astragalus) in China using GIS technique [J]. *Acta Botanica Sinica*, **42** (8): 849-854. [张明理. 2000. 用 GIS 技术研究中国簇毛黄耆亚属（豆科：黄耆属）的地理分布式样. 植物学报, **42** (8): 849-854.]

Zhang RZ. 1995. The prospective of zoogeographical study in China: A discussion on methodology [J]. *Acta Zoologica Sinica*, **41** (1): 21-26. [张荣祖. 1995. 我国动物地理学研究的前景——方法论探讨. 动物学报, **41** (1): 21-26.]

Zhang RZ. 1999. Zoogeography of China [M]. Beijing: Science Press. 1-502. [张荣祖. 1999. 中国动物地理. 北京：科学出版社. 1-502.]

Zhang XL, Shao YF, Zhang DZ. 1999 Cluster analysis on the geographical distribution of mammals in Ningxia [J]. *Journal of Ningxia University* (*Natural Science Edition*), **20** (3): 285-288. [张显理，邵月芬，张大治. 1999. 宁夏哺乳动物地理分布的聚类分析. 宁夏大学学报（自然科学版）, **20** (3): 285-288.]

Zhang XL, Yu YZ. 1995. Study on the fauna and the geographical division of mammals in Ningxia [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **15** (2): 128-136. [张显理，于有志. 1995. 宁夏哺乳动物区系与地理区划研究. 兽类学报, **15** (2): 128-136.]

Zheng ZM. 1994. Acritaxonomy [M]. Xi'an: Publish House of Shaanxi Normal University. 217-220. [郑哲民. 1994. 蝗虫分类学. 西安：陕西师范大学出版社. 217-220.]

Zheng ZM, Wan LS. 1992. Grasshopper of Ningxia [M]. Xi'an: Publish House of Shaanxi Normal University. 1-147. [郑哲民，万力生. 1992. 宁夏蝗虫. 西安：陕西师范大学出版社. 1-147.]

Zhou LZ, Ma Y, Ye XT. 2002. Distribution of glires in Arid Regions of China [J]. *Acta Zoologica Sinica*, **48** (2): 183-194. [周立志，马 勇，叶晓堤. 2002. 中国干旱地区啮齿动物物种分布的区域分异. 动物学报, **48** (2): 183-194.]